

Relations entre les impacts environnementaux, l'excrétion et les performances, chez le porc à l'engrais

Alessandra N.T.R. MONTEIRO (1), Ludovic BROSSARD (1), Hélène GILBERT (2), Jean-Yves DOURMAD (1)

(1) PEGASE, Agrocampus Ouest, INRAE, Saint-Gilles, France

(2) GenPhySE, Université de Toulouse, INRAE, INPT, ENSAT, Castanet-Tolosan, France

Jean-Yves.Dourmad@inrae.fr

Environmental impacts and their association with performance and excretion traits in growing pigs

The selection of animals for improved production traits has long been the major driver of pig breeding. More recently, new selection criteria are being explored, such as nitrogen (N) excretion. However, life cycle assessment (LCA) provides much better indicators of environmental impacts. The objective of this study was to investigate, using a modelling approach, relationships between production traits and LCA impacts of individual growing pigs. Impacts were calculated at the farm gate using the functional unit of one kg of body weight gain. Performances of pigs were simulated for two feeding programs – 2-phase and precision feeding – using the InraPorc population model (1,000 pigs per scenario). LCA calculations were performed for each pig according to its own performance and excretion. Results indicated that N excretion was positively correlated with feed conversion ratio (FCR; $r=0.956$), climate change (CC; $r=0.955$), acidification potential (AP; $r=0.968$), and eutrophication potential (EP; $r=0.967$), regardless of the feeding program. However, FCR appeared the best indicator of LCA impacts (better than N or P excretion), with a high positive correlation ($r>0.99$) with CC, AC, and EU for both feeding programs. Despite the lower CC, AP, and EP in the precision-feeding program (3%, 16% and 11% lower, respectively, than those for the 2-phase program), the correlations between performance and impacts were similar, although the ranking of pigs differed slightly. Thus, using of FCR as a selection criterion in pig breeding appears a promising approach to associate higher performance with lower environmental impact.

INTRODUCTION

Les attentes sociétales conduisent à une meilleure prise en compte de la durabilité des systèmes d'élevage, notamment en production porcine. Différents leviers d'action sont disponibles pour réduire l'impact environnemental de la production porcine, concernant le logement et la gestion des effluents, les stratégies d'alimentation, l'efficacité des animaux et la réduction de l'excrétion de nutriments.

Depuis de nombreuses années, la sélection porcine a principalement concerné les performances de production. Plus récemment, en raison des préoccupations liées à l'environnement, de nouveaux critères de sélection ont été explorés, comme l'excrétion d'azote qui est liée à la fois à l'efficacité alimentaire et à l'impact environnemental (Shirali *et al.*, 2013 ; Saintilan *et al.*, 2013). Toutefois, de nombreux travaux indiquent que l'analyse de cycle de vie (ACV), qui prend en compte les impacts au long de la chaîne de production, fournit des indicateurs plus intégrés des impacts environnementaux (McAuliffe *et al.*, 2016). L'objectif de cette étude est donc d'évaluer par modélisation les relations entre différents critères de performances et les impacts évalués par ACV, comme proposé par (Soleimani Jevinani et Gilbert, 2019).

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Stratégies d'alimentation et performances des animaux

L'étude concernait la phase d'engraissement des porcs dans un scénario de production porcine localisée à l'ouest de la France.

Deux programmes d'alimentation ont été considérés : une alimentation bi-phase (2P) et l'alimentation individuelle de précision (PR). Les performances des animaux ont été simulées, pour les deux plans d'alimentation (2P ou PR), à l'aide du modèle de population d'InraPorc® (Brossard *et al.*, 2014) sur une population virtuelle de 1000 femelles, afin de prendre en compte l'effet de la variabilité individuelle.

1.2. Calculs

L'ACV a été réalisée pour chaque porc en considérant l'ensemble des impacts associés à la production des aliments, à l'élevage des animaux et à la gestion des effluents. Nous avons utilisé la méthode CML 2001 (V3.02) implémentée dans Simapro (version 8.05, PRé Consultant, 2014) en considérant les impacts potentiels suivants : changement climatique (CC, kg CO₂-eq.), eutrophisation (EP, g PO₄-eq.) et acidification (AP, g SO₂-eq.). Les impacts sont évalués à la "porte de l'élevage" et l'unité fonctionnelle est un kg de gain de poids vif (GPV) pendant l'engraissement.

Les procédures CORR et GLM du logiciel SAS (version 9.2) ont été utilisées pour calculer la corrélation entre les impacts ACV et les performances des animaux, et pour évaluer l'effet de la stratégie d'alimentation.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

La stratégie d'alimentation affecte significativement la plupart des paramètres étudiés, les effets étant plus marqués pour la quantité d'azote excrété et les impacts EP et AP qui dépendent

largement de l'apport protéique alimentaire (Tableau 1). Par ailleurs, en accord avec des études antérieures, l'alimentation de précision s'accompagne d'une amélioration des performances (Andretta *et al.*, 2014), ce qui contribue également à réduire les impacts environnementaux (Monteiro *et al.*, 2017).

Tableau 1 – Effet de la stratégie d'alimentation sur les performances et les impacts environnementaux changement climatique (CC), eutrophisation (EP) et acidification (AP)

	bi-phase	précision	
Vitesse de croissance, g/j	864	876	*
Indice de consommation, kg/kg	2,69	2,67	t
N excrété, kg	3,83	3,20	***
CC, kg CO ₂ , eq/kg	2,34	2,31	*
EP, g PO ₄ eq/kg	17,4	16,1	***
AP, g SO ₂ eq/kg	48,1	43,3	***

t : P < 0,10 ; * : P < 0,05 ; *** : P < 0,001

Tableau 2 – Corrélations entre la vitesse de croissance (GMQ), l'indice de consommation (IC), l'excrétion d'azote (NE) et les impacts environnementaux changement climatique (CC), eutrophisation (EP) et acidification (AP)

	GMQ	IC	NE	CC	EP
IC	-0,636				
NE	-0,682	0,956			
CC	-0,633	0,999	0,955		
EP	-0,642	0,996	0,968	0,994	
AP	-0,645	0,997	0,967	0,991	0,999

Les résultats des corrélations entre performances, excrétion d'azote et impacts ACV sont rapportés au Tableau 2 pour la stratégie PR ; les corrélations pour la stratégie 2P étaient similaires. L'excrétion azotée est significativement corrélée aux impacts CC (Figure 1), EP et AP, la corrélation entre ces impacts et le GMQ étant beaucoup moindre. Cependant, c'est l'IC qui présente les plus fortes corrélations avec les impacts CC (Figure 1, $r = +0,999$), EP ($r = +0,996$) et AP ($r = +0,997$). Malgré des impacts CC, AP et EP plus faibles avec l'alimentation de précision (Tableau 1), les corrélations entre les variables ne sont pas influencées par le programme alimentaire. Il en allait de même de l'effet de l'origine et la nature des matières premières et la teneur en protéines de l'aliment (résultat non présentés). Par contre, la stratégie PR permettant à tous les animaux d'exprimer leur potentiel maximum de croissance, contrairement à la stratégie 2P, la variabilité des résultats de performance et d'impacts environnementaux diffère entre les deux stratégies. Ainsi le coefficient de variation de l'impact CC est respectivement de 10,8% et 12,2% pour 2P et PR. Ceci peut influencer le classement des animaux, comme illustré à la Figure

2A qui rapporte la corrélation de rang entre le classement des animaux pour les deux stratégies d'alimentation et la Figure 2B qui rapporte la distribution de ces classements en fonction de l'impact CC.

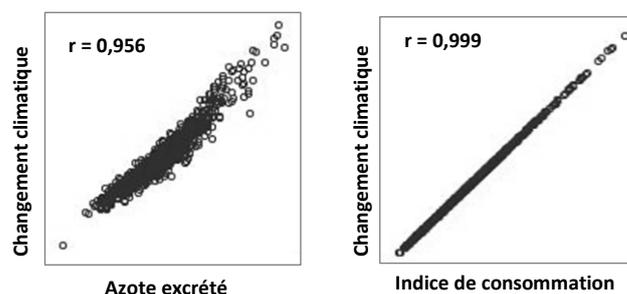


Figure 1 – Corrélation de l'impact changement climatique avec l'excrétion azotée et l'indice de consommation

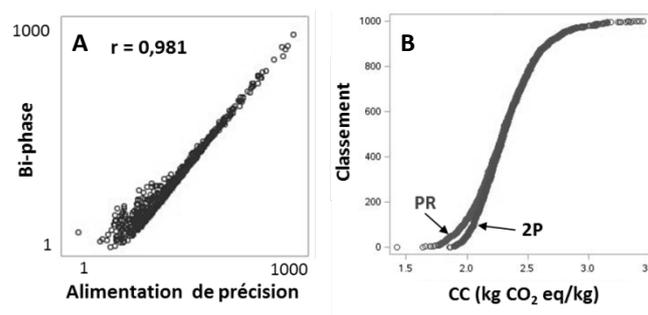


Figure 2 – Corrélation (A) et courbe de distribution des classements des porcs (B) par rapport à leur impact sur le changement climatique dans les deux stratégies d'alimentation

CONCLUSION

Les résultats de cette étude de simulation indiquent que l'IC est mieux corrélé aux impacts environnementaux que l'excrétion d'azote. Ceci offre des perspectives intéressantes pour une amélioration conjointe de l'efficacité alimentaire et des impacts environnementaux évalués par ACV. La même démarche que celle conduite ici sur des données simulées d'impacts environnementaux pourrait être réalisée sur des données réelles issues de programme de sélection. Ceci permettrait d'évaluer les paramètres génétiques des critères ACV et aussi de mieux prendre en compte l'ensemble des phénomènes biologiques influençant les performances de croissance, qui ne sont vraisemblablement pas complètement représentés dans le modèle de simulation de la croissance, comme par exemple des différences entre animaux pour l'efficacité marginale d'utilisation des acides aminés et les impacts corrélés de la sélection sur les autres caractères.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Andretta I., Pomar C., Rivest J., Pomar J., Lovatto P.A., Radünz Neto J., 2014. The impact of feeding growing pigs with daily tailored diets using precision feeding techniques on animal performance, nutrient utilization, and body and carcass composition. *J. Anim. Sci.*, 92, 3925-3936.
- Brossard L., Vautier B., van Milgen J., Salaün Y., Quiniou N., 2014. Comparison of in vivo and in silico growth performance and variability in pigs when applying a feeding strategy designed by simulation to control the variability of slaughter weight. *Anim. Prod. Sci.*, 54, 1939-1945.
- McAuliffe G.A., Chapman D.V., Sage C.L., 2016. A thematic review of life cycle assessment (LCA) applied to pig production. *Env. Impact Asses. Review*, 56, 12-22.
- Monteiro A.N.T.R., Garcia-Launay F., Brossard L., Wilfart A., Dourmad J.-Y., 2017. Les effets de la stratégie d'alimentation sur l'impact environnemental de la production porcine dépendent du contexte de production, *Journ. Rech. Porcine*, 49, 245-450.
- Saintilan R., Merour I., Brossard L., Tribout T., Dourmad J.-Y., Sellier P., Bidanel J., Van Milgen J., Gilbert H., 2013. Genetics of residual feed intake in growing pigs: Relationships with production traits, and nitrogen and phosphorus excretion traits. *J. Anim. Sci.*, 91, 2542-2554.
- Shirali M., Duthie C.-A., Doeschl-Wilson A., Knap P.W., Kanis E., van Arendonk J.A.M., Roehe R., 2013. Novel insight into the genomic architecture of feed and nitrogen efficiency measured by residual energy intake and nitrogen excretion in growing pigs. *BMC Gen.*, 14, 1-12.
- Soleimani Jevinani F., Gilbert H., 2019. Evaluating the environmental impacts of selection for residual feed intake in pigs. *EAAP – 70th Annual Meeting*, Ghent, book of abstracts, 483.